



**POLLYANNA STEFANE
DA SILVA LIMAS**

**IMPACTO DA CRIOTERAPIA NA
PROPRIOCEPÇÃO, CONTROLO MOTOR E
EQUILÍBRIO**

ESTUDO EM DESPORTISTAS UNIVERSITÁRIOS

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Fernando Ribeiro, Professor Adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof^a Doutora Alda Marques
professor adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro

arguente

Prof^o Doutor Rui Manuel Tomé Torres
professor adjunto do Instituto Superior de Saúde, CESPU, CRL

orientador

Prof^o Doutor Fernando Ribeiro
professor adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para que este estudo se tornasse possível. Mas em especial tenho que salientar alguns agradecimentos:

Primeiramente a Deus, que me deu força e capacidade para que isso se tornasse possível;

Minha família, que mesmo tão longe sempre me apoiaram nessa jornada, que ainda não chegou ao fim;

Ao Professor Doutor Fernando Ribeiro, pela disponibilidade em me orientar e pelo total apoio prestado;

Ao Engenheiro Mário Rodrigues pelo apoio técnico durante as recolhas de dados;

Aos meus colegas de mestrado, em especial, ao Miguel e a Isabel;

A todos os amigos que me deram apoio, principalmente nessa fase final;

E por fim, mas não menos importante, aos estudantes que se disponibilizaram em participar do estudo.

Obrigada!

palavras-chave

Crioterapia. Propriocepção. Estabilidade Postural. Equilíbrio. Spray.

Resumo

A crioterapia tem como finalidade aumentar o limiar de dor, a viscosidade dos tecidos, a produção de endorfinas e testosterona e melhorar a recuperação geral de fadiga após os treinos, dessa forma, a aplicação das diferentes formas de crioterapia no desporto vem sendo amplamente estudadas, pois seus efeitos na propriocepção ainda são um pouco controversos. O *pack* de gelo triturado e o *spray* são duas das modalidades de crioterapia, mas a segunda ainda não foi muito estudada. Este estudo tem como objetivo comparar essas duas modalidades e determinar se uma delas causam efeito deletério na propriocepção, estabilidade postural e equilíbrio. Para atingir este objetivo, quinze estudantes saudáveis que realizaram desporto foram recrutados. Eles foram submetidos, de forma randomizada, a ambas as modalidades de crioterapia. O *pack* de gelo foi aplicado por 20 minutos e o *spray* foi aplicado até que uma fina camada de gelo se formasse no local. A temperatura da pele, o sensação de posição articular do joelho e o equilíbrio estático e dinâmico foram medidos antes e imediatamente após a crioterapia. Os resultados mostram que a temperatura da pele está significativamente diminuída ($p < 0,001$) pelas duas modalidades, $45,06 \pm 1,17\%$ para o *pack* de gelo e $29,68 \pm 2,17\%$ para o *spray*. O desempenho do teste do equilíbrio de Y não se alterou significativamente após as duas modalidades de crioterapia (*pack*: $p = 0,854$ vs *spray*: $p = 0,124$). A sensação de posição articular também não variou em nenhum dos indicadores após as duas modalidades. As mudanças na estabilidade postural não foram significativamente diferentes entre as modalidades de crioterapia, apesar de uma diminuição significativa na velocidade e do deslocamento total do centro de pressão após o arrefecimento. Em conclusão, a aplicação de crioterapia na forma de *pack* de gelo por 20 minutos ou *spray* no músculo quadríceps não influenciou a propriocepção, controle motor ou equilíbrio, de modo que o retorno ao jogo após a aplicação pode não ser prejudicial ao atleta.

keywords

Cryotherapy. Proprioception. Postural Stability. Balance. Spray

abstract

The cryotherapy aims to increase pain threshold, tissue viscosity, production of endorphins and testosterone and improve the general recovery of fatigue after training. The different application forms of cryotherapy in sport has been widely studied since their effects on proprioception are still controversial. Crushed ice pack and spray are two of the modalities of cryotherapy, but the second has not been much studied so far. This study aims to compare crushed ice pack and spray modalities and to determine if one of these has deleterious effects on proprioception, postural stability and balance. To achieve this goal, fifteen healthy students who performed sports were recruited. They were submitted to both cryotherapy modalities in a random order; the ice pack was applied for 20 minutes and the spray was applied until a thin layer of ice was formed on the spot. The skin temperature, knee joint position sense, and static and dynamic balance were measured before and immediately after cryotherapy. The results show that skin temperature is significantly decreased ($p < 0.001$) by both modalities, $45.06 \pm 1.17\%$ for the ice pack and $29.68 \pm 2.17\%$ for the spray. Performance of the Y balance test did not change significantly after both cryotherapy modalities (pack: $p = 0.854$ vs spray: $p = 0.124$). The joint position sense also did not vary in any of the indicators after both modalities. The postural stability changes were not significantly different between cryotherapy modalities, despite a significant decrease in velocity and total centre of pressure displacement was observed after the ice pack. In conclusion, the application of cryotherapy in the form of an ice pack for 20 minutes or spray in the quadriceps muscle did not influence proprioception, motor control or balance, so the return to the game after application may not be harmful to the athlete.

Índice

1. Introdução	9
2. Breve Enquadramento	12
2.1 Crioterapia.....	12
2.2 Propriocepção	14
2.3 Estabilidade Postural e Equilíbrio	16
3. Objetivo	18
4. Metodologia	19
4.1 Tipo de estudo.....	19
4.2 Participantes	19
4.3 Procedimentos	19
4.3.1 Dados antropométricos, demográficos e clínicos	20
4.3.2 Avaliação da temperatura cutânea.....	20
4.3.3 Avaliação do equilíbrio.....	21
4.3.4 Avaliação da estabilidade postural.....	22
4.3.5 Avaliação da propriocepção: sensação de posição articular	24
4.3.6 Aplicação da crioterapia: <i>pack</i> de gelo triturado	25
4.3.7 Aplicação da crioterapia: <i>spray</i>	26
4.4 Análise estatística	28
5. Resultados.....	29
6. Discussão	34
7. Conclusão.....	37
8. Referências Bibliográficas	38
9. Anexo 1	42

Lista de Abreviaturas

SNC – sistema nervoso central

SPA – sensação de posição articular

SF – sensação de força

UA – Universidade de Aveiro

IMC – índice de massa corporal

TC – temperatura cutânea

YBT – *Y balance test*

COP – área total do centro de pressão

COPx – deslocamento anterior do centro de pressão

COPy – deslocamento médio-lateral do centro de pressão

SAPO – software de avaliação postural

RAE – erro angular relativo

AAE – erro angular absoluto

VAR – erro angular de variação

Índice de Figuras

Figura 1 – imagem representativa da temperatura cutânea após aplicação do *spray*

Figura 2 – imagem representativa do Y Balance test

Figura 3 – avaliação da estabilidade postural na plataforma de forças

Figura 4 – avaliação da sensação de posição articular

Figura 5 – aplicação do *pack* de gelo

Figura 6 – aplicação do *spray*

Figura 7 – distribuição da amostra em relação ao género

Índice de Tabelas

Tabela 1 – caracterização da amostra e número de atletas avaliados por modalidade desportiva

Tabela 2 – comparação das variáveis: temperatura cutânea e *Y balance test*

Tabela 3 – comparação das variáveis: sensação de posição articular

Tabela 4 – comparação das variáveis: estabilidade postural

1. Introdução

A crioterapia é a intervenção terapêutica através da aplicação de frio, o método mais comum é a aplicação de *packs* de gelo, com o objetivo de baixar a temperatura dos tecidos (Knight, 2000). Na prática clínica a utilização do frio tem vários propósitos, incluindo induzir um efeito analgésico, controlar/reduzir o edema e a inflamação, aliviar espasmos musculares e facilitar o movimento (Bleakley, Mcdonough e Macauley, 2004). Em desportistas saudáveis, o uso do frio aumenta o limiar de dor, a viscosidade dos tecidos, a produção de endorfinas, testosterona, além de melhorar a recuperação geral de fadiga após treino físico e/ou desportivo (White e Wells, 2013).

O termo propriocepção foi inicialmente proposto por Sherrington no início do século XX (1906). Podendo atualmente ser definida como o *input* neural cumulativo para o sistema nervoso central proveniente de terminações nervosas especializadas – mecanorreceptores – localizadas nas articulações, cápsulas, ligamentos, músculos, tendões e pele (Carpenter, Blasier e Pellizzon, 1998; Ribeiro e Oliveira, 2007; Voight *et al.*, 1996). A propriocepção implica também o processamento central da informação procedente dos mecanorreceptores, uma vez que as terminações nervosas podem estar perfeitamente funcionais no entanto o sinal tem que ser devidamente processado de forma a construir a sensação de movimento, de posição e de força/resistência (Carpenter, Blasier e Pellizzon, 1998; Ribeiro e Oliveira, 2007). As habilidades cognitivas, visuais e espaciais também contribuem significativamente para a construção da propriocepção (Proske e Gandevia, 2009).

A propriocepção é fundamental para gerar movimentos suaves, coordenados e precisos, equilíbrio e controlo postural, além de influenciar a aprendizagem e reaprendizagem motora (Hubscher *et al.*, 2010; Riemann e Lephart, 2002). Em desportistas a função proprioceptiva é importante pois desempenha um papel crucial tanto na prevenção quanto no desempenho desportivo geral (Ribeiro e Oliveira, 2007; Thacker *et al.*, 2003).

A aplicação da crioterapia é relativamente simples e facilmente padronizado, várias revisões da literatura mostraram que o seu efeito na propriocepção ainda é controverso (Costello e Donnelly, 2010; Furmanek, Słomka e Juras, 2014). Vários

estudos demonstraram que a crioterapia não influencia negativamente a sensação de posição articular (SPA) (Costello e Donnelly, 2011; Dover e Powers, 2004; Furmanek *et al.*, 2018; Hart, Leonard e Ingersoll, 2005; Houten e Cooper, 2017; Khanmohammadi, Someh e Ghafarinejad, 2011; LaRiviere e Osternig, 1994; Thieme *et al.*, 1996; Wassinger *et al.*, 2007), em contrapartida outros estudos demonstraram que a aplicação da crioterapia influencia negativamente a sensação de posição articular (Alexander *et al.*, 2016, 2018; Hopper, Whittington e Chartier, 1997; Oliveira, Ribeiro e Oliveira, 2010; Ribeiro *et al.*, 2013; Torres *et al.*, 2016; Uchio *et al.*, 2003). Três estudos investigaram a influência da crioterapia na sensação de força (SF), tendo concluído que a crioterapia não altera negativamente na percepção de força (Furmanek *et al.*, 2018; Rubley *et al.*, 2003; Tremblay *et al.*, 2001). Dois estudos avaliaram os efeitos da aplicação da crioterapia no equilíbrio, e concluíram que a crioterapia não diminui o equilíbrio (Houten e Cooper, 2017; Kim *et al.*, 2015).

As diferentes formas de aplicação da crioterapia no desporto têm sido amplamente estudadas (Costello e Donnelly, 2011; Houten e Cooper, 2017; Oliveira, Ribeiro e Oliveira, 2010; Sharma e Noohu, 2014), no entanto existe apenas um estudo que inclui a aplicação da crioterapia em forma de *spray* (Surenkok *et al.*, 2008). Como a sua evaporação é extremamente rápida, os efeitos são mais superficiais, esse motivo parece limitar o seu uso a objetivos associados a redução da dor e espasmo muscular (Knight, 2000).

Existem muitas formas de aplicação de crioterapia, nomeadamente *packs* de gelo triturado (Oliveira, Ribeiro e Oliveira, 2010), imersão em água fria (Costello e Donnelly, 2011), almofadas de resfriamento, gelo em *spray* e soluções de gelo líquido (Leite e Ribeiro, 2010), entre outras. O *spray* é muito utilizado em contexto desportivo, devido à sua rápida aplicação, com o objetivo de aliviar a dor, ao invés de induzir mudanças grandes e profundas de temperatura (Bleakley, Costello e Glasgow, 2012). É comum os desportistas voltarem à competição ou treino imediatamente após a aplicação de gelo em *spray*; uma vez que a propriocepção e o controlo postural podem estar negativamente afetados após a aplicação de terapia pelo frio, o que aumenta o risco de lesão, é importante perceber o impacto do gelo em *spray* nestas variáveis de forma a garantir um retorno seguro ao

treino/competição. Dessa forma, este estudo tem como objetivo comparar duas modalidades de crioterapia (*pack* de gelo triturada e *spray*) e determinar se essas aplicações prejudicam a propriocepção, controlo motor e o equilíbrio em estudantes saudáveis praticantes de desporto.

2. Breve Enquadramento

2.1 Crioterapia

A crioterapia é uma modalidade terapêutica amplamente utilizada para tratamento de lesões agudas e crónicas. O frio é aplicado logo após a lesão para limitar a dor e o edema, porém, a crioterapia tem demonstrado diminuir a força muscular e a performance funcional, que juntamente com a inadequada propriocepção pode prejudicar o controlo motor, aumentando o risco de lesões quando os sujeitos retornam a prática desportiva (Fischer *et al.*, 2009).

Existem muitas formas de aplicação da crioterapia, nomeadamente: *pack* de gelo triturado (Oliveira, Ribeiro e Oliveira, 2010); imersão em água fria (Costello e Donnelly, 2011); almofadas de resfriamento, soluções de gelo líquido (Leite e Ribeiro, 2010).

A aplicação de diferentes formas de crioterapia tem sido amplamente estudadas, e estes estudos normalmente são aplicados diretamente na articulação (Alexander *et al.*, 2016, 2018; Dover e Powers, 2004; Houten e Cooper, 2017; Kim *et al.*, 2015; Surenkok *et al.*, 2008; Thieme *et al.*, 1996; Uchio *et al.*, 2003; Wassinger *et al.*, 2007), poucos são os estudos que utilizaram a crioterapia diretamente no tecido musculoesquelético (Furmanek *et al.*, 2018; Leite e Ribeiro, 2010; Oliveira, Ribeiro e Oliveira, 2010; Ribeiro *et al.*, 2013; Tremblay *et al.*, 2001).

Além das diferentes formas e locais de aplicação, ainda se pode variar em relação ao tempo que a crioterapia atua no tecido, por exemplo, a aplicação do *pack* de gelo pode variar entre 20 a 30 minutos (Dover e Powers, 2004; Furmanek *et al.*, 2018); a imersão em água fria entre 15 a 30 minutos (Costello e Donnelly, 2011; Hopper, Whittington e Chartier, 1997), mas um estudo relata que 20 minutos de uma dessas modalidades terapêuticas já traz o arrefecimento necessário para obter os efeitos necessários (Kennet *et al.*, 2007)

Comparando algumas modalidades terapêuticas de crioterapia no músculo quadríceps, pesquisadores identificaram que *pack* de gelo triturado é mais eficiente em reduzir a temperatura cutânea e intramuscular do que *pack* de gel (Kanlayanaphotporn e Janwantanakul, 2005; Merrick, Jutte e Smith, 2003). Essa aparente eficácia do *pack* de gelo triturado dá-se pela sua capacidade de sofrer

mudança de fase, o que aumenta sua capacidade de absorver energia térmica, o que por consequência diminui a temperatura, gerando o efeito terapêutico desejado (Kennet *et al.*, 2007; Merrick, Jutte e Smith, 2003).

Chama-se eficácia a capacidade do agente produzir um efeito de resfriamento absoluto, independentemente de sua temperatura inicial. Já a eficiência é a produção do efeito desejado com o mínimo de desperdício. A pele raramente é o tecido alvo durante a aplicação de uma modalidade de crioterapia e não existe relação entre a temperatura da superfície da pele e a temperatura mais profunda do tecido, dessa forma, não deve ser utilizado como única medida dependente nos estudos de eficácia da crioterapia, mas ainda deve ser utilizado como uma medida útil para determinar a eficiência da crioterapia, já que é o primeiro tecido a ser arrefecido (Jutte *et al.*, 2001).

O tecido adiposo e muscular são isolantes eficazes, o que indica que o gradiente de temperatura diminui à medida que a profundidade do tecido aumenta, de acordo com um grupo de pesquisadores, há um aumento no tempo de resfriamento do tecido com o aumento da adiposidade (Otte *et al.*, 2002).

Não existe uma temperatura alvo ideal, no entanto pesquisadores relataram que a temperatura da superfície da pele de 13,7°C reflete a analgesia local e 12,5°C reflete uma redução de 10% na velocidade de condução nervosa (Bujag, 1975; Jutte *et al.*, 2001).

De acordo com um estudo publicado em 2007, onde compararam 4 modalidades de crioterapia, aplicados sobre o tornozelo, eles concluíram que o *pack* de gelo triturado foi o que mais diminuiu a temperatura do tecido ($19,56 \pm 3,78^{\circ}\text{C}$), seguido por imersão em água fria ($16,99 \pm 2,76^{\circ}\text{C}$), saco plástico com ervilhas congeladas ($14,59 \pm 4,22^{\circ}\text{C}$) e *pack* de gel ($13,19 \pm 5,07^{\circ}\text{C}$) (Kennet *et al.*, 2007).

Os achados de Kennet *et al* (2007) vão de acordo com os de Merrick *et al* (2003), o que indica que a eficiência da modalidade de crioterapia pode ser semelhante em diferentes áreas anatômicas, pois o primeiro avaliou no tornozelo e o segundo no músculo quadríceps.

A modalidade mais estudada, em suma, é o *pack* de gelo, pois é um método mais simples, fácil de aplicar e comprovadamente mais eficaz para reduzir a

temperatura tecidual (Kennet *et al.*, 2007; Merrick, Jutte e Smith, 2003). Por esse motivo, decidimos incluir essa modalidade no presente estudo para comparação com a aplicação do *spray*, que foi pouco estudado até o momento (Surenkok *et al.*, 2008).

2.2 Propriocepção

Propriocepção pode ser avaliada através de sensação de tensão (resistência), SPA e sensação de movimento. Sensação de resistência significa a habilidade de apreciar a força gerada. Sensação de movimento refere-se a habilidade de apreciar o movimento, incluindo duração, amplitude, velocidade, aceleração e tempo do movimento. Já, a SPA determina a habilidade que o sujeito tem de perceber e apresentar o mesmo ângulo articular, previamente determinado (Riemann e Lephart, 2002).

Todas as três modalidades devem ser estimadas consciente ou inconscientemente, contribuindo para o controle automático do movimento, equilíbrio, estabilidade articular, e tudo que é essencial para realizar as tarefas de vida diária, caminhadas e atividades desportivas (Riemann e Lephart, 2002).

Apesar dessas modalidades serem diferentes, todos os métodos de testes proprioceptivos dependem da sensação consciente do *input* gerado nos mecanorreceptores. Deve-se dar especial atenção aos fatores que podem contribuir para os diferentes resultados relatados na literatura, como por exemplo, dispositivos do teste (posição do paciente em relação a gravidade, o que leva a diferentes ações musculares durante o movimento de reprodução); procedimentos de avaliação (posições angulares, velocidade e direção de movimento) e o desenho de estudo (grupo experimental comparado com grupo controle ou comparação bilateral) (Ribeiro e Oliveira, 2011).

Existem diversos fatores que podem contribuir para a inadequada propriocepção, e essas mudanças podem ser transitórias ou crônicas, como por exemplo, o envelhecimento, o uso de modalidades de crioterapia e exercícios intensos. De acordo com Ribeiro e Oliveira (2011), exercícios moderados ou exercícios de aquecimento aumentam a acuidade proprioceptiva e manter um nível regular de atividade física exerce um papel importantíssimo na preservação da

função proprioceptiva. Quanto ao envelhecimento, evidências sugerem que com o passar dos anos ocorre uma deterioração da função proprioceptiva, o que causa um efeito deletério no equilíbrio e na coordenação motora (Shaffer e Harrison, 2007).

Quanto à crioterapia, muitos são os estudos que avaliaram o seu efeito na propriocepção (Alexander *et al.*, 2016, 2018; Costello e Donnelly, 2011; Dover e Powers, 2004; Furmanek *et al.*, 2018; Hopper, Whittington e Chartier, 1997; Houten e Cooper, 2017; Khanmohammadi, Someh e Ghafarinejad, 2011; LaRiviere e Osternig, 1994; Oliveira, Ribeiro e Oliveira, 2010; Ribeiro *et al.*, 2013; Surenkok *et al.*, 2008; Thieme *et al.*, 1996; Tremblay *et al.*, 2001; Uchio *et al.*, 2003; Wassinger *et al.*, 2007).

Wassinger *et al* (2007) aplicou o *pack* de gelo sobre a articulação do ombro durante 20 minutos, e avaliaram a SPA em duas posições, 90° de flexão do ombro para 20° de flexão e de 20° de flexão para 90° de flexão. Os autores não encontraram diferenças na SPA após a aplicação do gelo.

Os estudos que utilizaram imersão em água fria como modalidade de crioterapia encontraram resultados semelhantes em relação à propriocepção (Costello e Donnelly, 2011; Hopper, Whittington e Chartier, 1997; Khanmohammadi, Someh e Ghafarinejad, 2011; LaRiviere e Osternig, 1994), embora tenham usado durações diferentes de imersão (30, 15, 15 e 20 minutos respectivamente) e avaliado diferentes articulações (joelho e tornozelo). Eles reportaram não haver mudanças na SPA após imersão em água fria (Khanmohammadi, Someh e Ghafarinejad, 2011; LaRiviere e Osternig, 1994) ou questionaram o significado clínico das mudanças (Hopper, Whittington e Chartier, 1997).

Surenkok *et al.* (2008) investigaram os efeitos do *spray* frio (cloreto de etila) sobre a articulação do joelho (até os participantes reportarem a sensação do frio) e *pack* de gel, em duas sessões distintas com intervalo de uma semana avaliando a SPA de forma passiva, concluíram que ambas as modalidades de crioterapia afetam negativamente a SPA. Porém a eficácia de aplicações superficiais de crioterapia, como o *spray*, para diminuir a propriocepção é questionável (Costello e Donnelly, 2010).

Dentre os estudos que avaliaram alguma modalidade de crioterapia e a propriocepção, através de SPA ou SF, 9 relataram não haver alteração na propriocepção (Costello e Donnelly, 2011; Dover e Powers, 2004; Furmanek *et al.*, 2018; Houten e Cooper, 2017; Khanmohammadi, Someh e Ghafarinejad, 2011; LaRiviere e Osternig, 1994; Thieme *et al.*, 1996; Tremblay *et al.*, 2001; Wassinger *et al.*, 2007) e 8 relataram que influencia negativamente a propriocepção (Alexander *et al.*, 2016, 2018; Hopper, Whittington e Chartier, 1997; Oliveira, Ribeiro e Oliveira, 2010; Ribeiro *et al.*, 2013; Surenkok *et al.*, 2008; Torres *et al.*, 2016; Uchio *et al.*, 2003).

2.3 Estabilidade Postural e Equilíbrio

O sistema propriocetivo é um importante aspeto na manutenção do equilíbrio estático, modulado por meio da integração dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial (McKeon e Liektel, 2007). O sistema somatossensorial é responsável por transmitir informações relevantes sobre os movimentos do corpo no espaço com o objetivo de manter-se em equilíbrio (Hosseinimehr e Norasteh, 2010).

A estabilidade postural é frequentemente avaliada nas pesquisas que envolvem alguma categoria desportiva, pois é uma excelente ferramenta avaliativa para mensurar a performance, risco de lesão, ou ainda se o atleta está apto para retornar à competição (Bell *et al.*, 2011; Hildebrandt *et al.*, 2015; Stiffler *et al.*, 2017).

Controlo postural pode ser definido como estático, onde o sujeito deve manter a posição com o mínimo de movimento; semi-dinâmico, onde a posição deve ser mantida enquanto a base de suporte se move; ou dinâmico, onde deve manter uma base estável de apoio enquanto completa um movimento determinado (Winter, Patla e Frank, 1990).

O sistema nervoso central (SNC) é o responsável por coordenar as informações recebidas dos recetores sensoriais, com o objetivo de identificar a posição do corpo no espaço, gerando a força apropriada e o controlo do equilíbrio em tempo útil (Akuthota e Nadler, 2004).

O sistema de controlo de equilíbrio humano visa a realização de dois objetivos comportamentais: orientação postural e equilíbrio postural (Shields *et al.*, 2005).

Orientação postural diz respeito à posição do corpo em relação à gravidade, é caracterizada por inclinações do corpo tendo como ponto de partida a posição vertical. Já, o equilíbrio postural refere-se ao equilíbrio do corpo em relação ao ponto de equilíbrio, ou seja, o local onde todas as forças que atuam sobre o corpo estão equilibradas na posição vertical desejada do corpo (Hay *et al.*, 1996).

Os *inputs* proprioceptivos que partem dos músculos posturais são de extrema importância para a manutenção do controle postural (Rogers, Bendrups e Lewis, 1985).

Dessa forma, atletas que possuem *déficit* de equilíbrio são mais suscetíveis a sofrer alguma lesão, além de ter um baixo rendimento desportivo; ou seja, essa capacidade de coordenação e equilíbrio está intimamente relacionada com o risco de lesão e a performance desportiva (Han *et al.*, 2015; McLeod *et al.*, 2009).

3. Objetivo

Este estudo tem como objetivo comparar a crioterapia em forma de *spray* e *pack* de gelo triturado, determinando os seus efeitos na propriocepção, estabilidade postural e equilíbrio em estudantes universitários praticantes de desporto.

4. Metodologia

4.1 Tipo de estudo

O estudo selecionado foi do tipo *cross over*, uma vez que os mesmos sujeitos tiveram que comparecer duas vezes ao laboratório da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro para serem submetidos a duas modalidades distintas de crioterapia, com intervalo entre 2 a 7 dias entre as sessões. Utilizou-se como medidas de resultados as seguintes variáveis dependentes: temperatura cutânea (TC), sensação de posição articular, estabilidade postural e *Y balance test* (YBT).

4.2 Participantes

A amostra foi composta por 15 estudantes universitários da Universidade de Aveiro, praticantes de desporto. Os critérios de inclusão foram: estudantes da UA, com idade igual ou superior a 18 anos de idade, que praticassem alguma modalidade desportiva, com função normal do joelho. Os critérios de exclusão (ver anexo 1) foram: histórico de desordens neurológicas ou neuromusculares, contraindicação para crioterapia e lesão atual ou nos últimos 6 meses nos membros inferiores ou coluna, cirurgia à coluna ou membros inferiores. Os participantes foram recrutados por conveniência da população de estudantes da Universidade de Aveiro praticantes de desporto. O estudo foi aprovado pela comissão de ética da Universidade de Aveiro (nº28/2018). Os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento informado, tendo todos os procedimentos sido efetuados de acordo com a Declaração de Helsínquia.

4.3 Procedimentos

A recolha de dados ocorreu em 2 sessões com intervalo entre 2 a 7 dias entre elas. Num primeiro momento os participantes preencheram um questionário (anexo 1) para determinar os critérios de elegibilidade ao estudo e foi feita a medição do peso e altura.

A ordem das sessões (*spray X pack* de gelo) foi randomizada com recurso ao *software* online *Research Randomizer* (<https://www.randomizer.org>). O protocolo de avaliação seguiu sempre a mesma ordem: 1) temperatura cutânea; 2) estabilidade postural; 3) propriocepção; 4) equilíbrio; 5) aplicação da crioterapia. Os participantes foram submetidos duas vezes ao protocolo de avaliação, início e imediatamente após aplicação do gelo. Cada avaliação teve a execução sempre assegurada pelo mesmo examinador.

Os testes foram feitos no membro inferior dominante, o qual foi definido ao perguntar ao sujeito com qual perna prefere chutar uma bola.

4.3.1 Dados antropométricos, demográficos e clínicos

As variáveis sociodemográficas (gênero, data de nascimento, estado civil, condições de saúde anteriores e atuais) foram recolhidas através de um questionário (anexo 1). Durante a avaliação antropométrica, foram recolhidos dados como, comprimento do membro inferior, comprimento do pé, peso e altura (Seca 285, Seca, Birmingham, United Kingdom).

Para medir o comprimento do membro inferior, utilizou-se como ponto de referência a espinha ilíaca ântero-superior e o maléolo medial com o sujeito em posição ortostática. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado através da fórmula matemática: peso corporal (em kg) dividido pela altura ao quadrado (em metros).

4.3.2 Avaliação da temperatura cutânea

A TC foi medida através do termógrafo infravermelho Iris XP (Medicore, Seul, Coreia do Sul). A câmara em questão é sensível a temperaturas entre 14,5°C ~ 40°C, detectando diferenças de temperatura na ordem dos 0,07°C.

O termógrafo foi posicionado perpendicularmente, a uma distância de 30 cm da coxa do sujeito, de modo a captar a área demarcada para aplicação do *spray* e *pack* de gelo.

Foram tiradas 3 fotos sequenciais para determinar a TC em cada momento avaliado. Para analisar as fotos, foi estipulada uma região de interesse com

dimensões de L: 100, A: 100 mm. Após retirar os valores da TC de cada uma das fotos, foi calculada a média da temperatura das três fotos de cada momento da avaliação (figura 1).

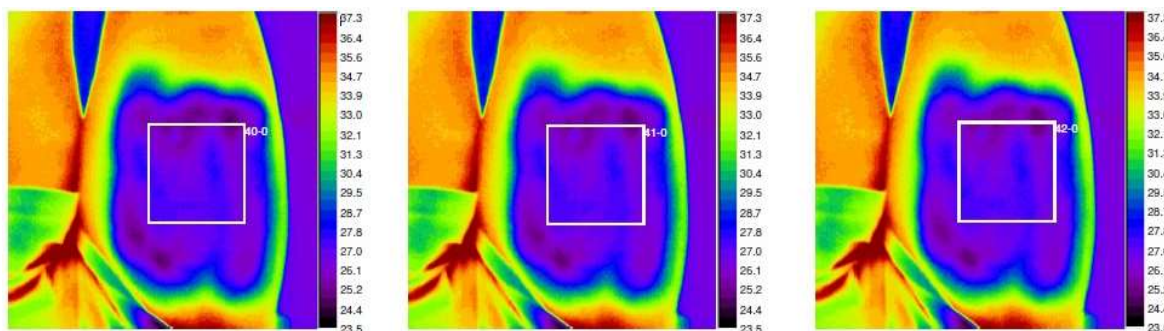


Figura 1: Imagem representativa da temperatura cutânea após aplicação do spray

4.3.3 Avaliação do equilíbrio

Apesar do *Star Excursion Balance Test* ser o teste mais utilizado em investigação, optou-se por utilizar o *YBT*, pois trata-se de um teste de mais fácil reprodução, pois é mais rápido e menos cansativo de ser realizado. Este instrumento mostrou-se fiável para medir distâncias individuais de alcance em jogadores de futebol (Plisky *et al.*, 2009). Este teste mostrou uma fiabilidade intra-teste entre 0,85 e 0,89 e uma fiabilidade inter-teste excelente com valores entre 0,97 e 1,00 (Plisky *et al.*, 2009).

O dispositivo de teste compreende uma plataforma postural de deslize e alcance. Essa plataforma é constituída por três calhas, posicionadas na direção anterior, póstero-medial e póstero-lateral. Em cada uma das calhas há uma fita métrica que permite fazer a medição apropriada e uma superfície que permite que o sujeito a deslize com o objetivo de alcançar a maior distância possível.

Para o *YBT*, os participantes foram instruídos a permanecer com o bordo posterior do pé de apoio (membro dominante) centralizado na marcação (figura 2) e manter as mãos sempre na cintura enquanto o membro contralateral alcançava a maior distância possível sem apoiar-se ou mover o pé de apoio.

Caso o pé de apoio se deslocasse, as mãos saíssem da cintura ou o pé de alcance encostasse no chão, o teste era reiniciado. Cada participante deveria ter três testes completos.

Antes de iniciar o teste o avaliador o demonstrava, e mantinha sempre os mesmos comandos padronizados, além de permitir que o participante treinasse algumas vezes para se familiarizar com o teste.

Cada distância alcançada no fim de cada teste era registrada pelo examinador. Para a real distância alcançada na direção anterior, foi retirado o valor do comprimento do pé, para que dessa forma, não fosse preciso mover o pé do sujeito durante a realização do teste (Robinson e Gribble, 2008). Após obter a distância real alcançada na direção anterior, as três direções foram relativizadas ao comprimento do membro inferior e depois multiplicadas por 100. Feito isto, foi realizado a média das três direções, e então, para obter o *score* do teste foi calculada a média das três tentativas.



Figura 2: Imagem representativa do Y Balance Test

4.3.4 Avaliação da estabilidade postural

Para a avaliação da estabilidade postural, utilizou-se a plataforma de forças (AMTI BP400600-2000, AMTI, Watertown, MA, USA) que é o instrumento de medida *gold standard* (Lin *et al.*, 2008; Ruhe, Fejer e Walker, 2010).

O sujeito foi familiarizado com o teste antes de iniciar. O teste foi demonstrado pelo avaliador, acompanhado de instruções verbais específicas e padronizadas. O

sujeito foi instruído a ficar descalço, em apoio unipodal sobre o membro inferior dominante o mais imóvel possível durante 30 segundos com as mãos na cintura (figura 3), olhando para um ponto fixo colocado na parede a 1,75 m de altura e 3,5 m de distância da plataforma, aproximadamente. O teste foi realizado 3 vezes, com período de repouso de 15 segundos entre cada tentativa.

Foram extraídas as seguintes variáveis: área total de oscilação do centro de pressão, comprimento total da oscilação do COP, velocidade média de oscilação do COP, deslocamento antero-posterior, deslocamento médio-lateral. Para o processamento dos dados da plataforma utilizou-se o *software* Matlab® versão R2018b (MathWorks, Natick, MA, USA). O COP é uma medida precisa para estimar a estabilidade postural na posição ortostática, representa o ponto em que a força resultante atua na base de apoio (Ruhe, Fejer e Walker, 2010).



Figura 3: Avaliação da estabilidade postural na plataforma de forças

4.3.5 Avaliação da propriocepção: sensação de posição articular

A SPA determina a habilidade que o sujeito tem de perceber e apresentar o mesmo ângulo articular, previamente determinado (Riemann e Lephart, 2002). Para a avaliação da SPA, utilizou-se uma técnica em cadeia cinética aberta e reposicionamento ativo do joelho de um posição determinada passivamente conforme descrito anteriormente (Kim *et al.*, 2015; Oliveira, Ribeiro e Oliveira, 2010; Ribeiro *et al.*, 2008), pois parece ser a opção mais precisa para avaliação da SPA devido ao fuso neuromuscular sinalizar mais ativamente a sensação de posição (Proske, Wise e Gregory, 2000).

Para realizar o teste proprioceptivo, foram colados quatro marcadores reflexivos, colados com adesivo de dupla face à pele da região do ápex do grande trocanter, trato iliotibial ao nível da prega posterior do joelho com este flectido a 80°, cabeça da fíbula e proeminência do maléolo lateral.

Para realizar o teste os sujeitos foram posicionados na posição de sentado, confortavelmente e com os membros inferiores a não contatar com o solo, e com os olhos vendados para bloquear o *input* visual (figura 4).

O examinador movia a perna dominante do sujeito para extensão, a partir de 90° de flexão – posição inicial até uma posição alvo entre os 40 e 60° de flexão do joelho. O sujeito era instruído a memorizar a posição e ficar atento aos comandos padronizados do examinador: ‘reposicionar’ para reproduzir a posição alvo e ‘retornar’ para voltar a posição inicial. O teste de reposicionamento de uma posição pré-determinada foi repetido três vezes.

A posição alvo e as três tentativas foram gravadas com uma câmera (Sony DSC-HX400V, Tóquio, Japão) posicionada no plano sagital a aproximadamente 1,5 m de distância na altura da estrutura avaliada. Para cada tentativa foram tiradas três fotos sequenciais, as quais foram analisadas posteriormente com recurso ao *software* de Avaliação Postural (SAPO). O SAPO possui excelente confiabilidade (ICC 0,96) quando usado para avaliar ângulos de flexão do joelho (Ferreira *et al.*, 2010).

Após calcular a média dos ângulos obtidos em cada tentativa, foi possível obter o erro angular relativo (RAE), erro angular absoluto (AAE) e erro angular de variação (VAR). O RAE foi calculado através da diferença obtida entre o ângulo

alvo e a posição reproduzida pelo sujeito, e então realizado a média das três tentativas; o AAE foi calculado da mesma maneira do RAE, porem em módulo; e o VAR foi calculado através do desvio padrão da diferença obtida no RAE. A melhor medida de resultado para expressar a SPA é através do AAE, pois mostrou ser uma excelente medida para analisar ângulos extremos na posição prono ou sentado, sendo preferencialmente realizado na posição sentado (Olsson *et al.*, 2004).

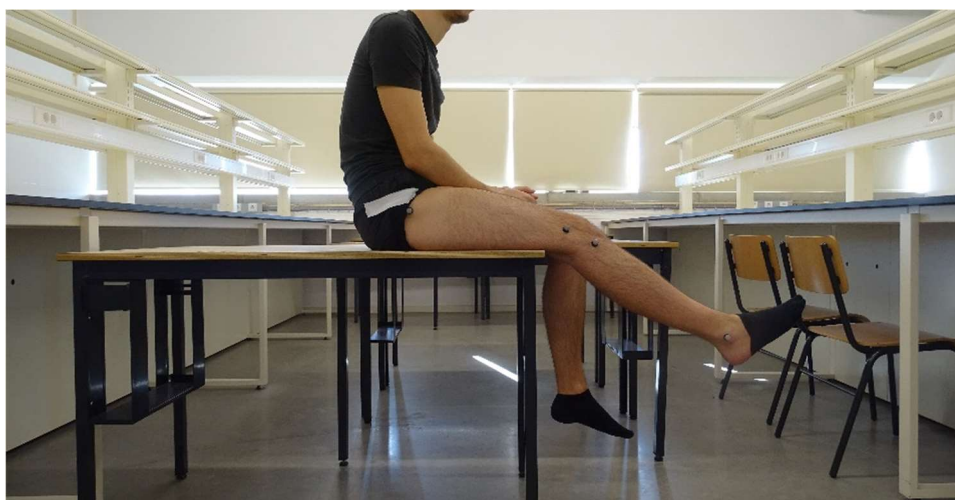


Figura 4: Avaliação da sensação de posição articular

4.3.6 Aplicação da crioterapia: *pack* de gelo triturado

Foi colocado 1 kg de gelo triturado dentro de um saco plástico com dimensões de 24 x 24 cm. A bolsa de gelo foi aplicado com uma toalha de algodão durante 20 minutos na área previamente demarcada na coxa do sujeito. Para isso, duas marcas horizontais foram marcadas na pele do sujeito, 7,5 cm abaixo e 7,5 cm acima do que foi determinado como ponto médio da coxa, utilizando como referência a proeminência da espinha ilíaca antero-superior e o ponto médio da borda superior da patela, como descrito anteriormente por Leite e Ribeiro (2010).

Durante a aplicação dessa modalidade de crioterapia o sujeito foi posicionado deitado numa marquesa, confortavelmente, e era instruído a não movimentar o membro enquanto estava com a bolsa de gelo no local, pois não foi utilizado nenhuma bandagem para estabilizar o gelo (figura 5) e caso sentisse desconforto

excessivo devido ao gelo pediu-se para relatar ao examinador para evitar possíveis queimaduras.



Figura 5: Aplicação do *Pack* de gelo

4.3.7 Aplicação da crioterapia: *spray*

Para aplicação do *spray*, as mesmas medidas utilizadas para aplicação do *pack* de gelo foram utilizadas para demarcação do local da aplicação. O *spray* utilizado foi cloreto de etila (Cloredex, Laboratórios Basi, Portugal), que foi aplicado continuamente a uma distância de cerca de 20 cm da pele do sujeito, sempre na mesma direção até que uma fina camada de gelo começasse a se formar, de acordo com as recomendações do laboratório (figura 6).



Figura 6: Aplicação do *spray*

Para aplicação do *spray*, o sujeito foi posicionado sentado confortavelmente na marquesa, aplicado o *spray* e logo que o examinador concluísse a aplicação foi solicitado que se posicionasse deitado na marquesa para registrar a TC, para que dessa forma não perdesse muito do arrefecimento obtido, pois de acordo com as instruções do fabricante do *spray*, após 30-45 segundos, a pele começa a reaquecer.

A forma de aplicação do *spray*, foi seguida de acordo com as recomendações do fabricante, pois uma vez que não existam muitos estudos sobre essa modalidade de crioterapia, era a melhor recomendação a seguir. O estudo de Surenkok et al (2008), utilizou como referência em relação a quantidade a aplicar, o relato do sujeito em relação à sensação de frio.

4.4 Análise estatística

Os dados foram analisados com recurso ao *software* de análise estatística IBM SPSS 24 (IBM Corporation, Chicago, IL, USA). A normalidade de distribuição das variáveis foi testada através do teste Shapiro-wilk e análise de histogramas. As variáveis categóricas são expressas pela frequência absoluta de indivíduos. As variáveis contínuas são descritas através da média e desvio padrão e da mediana e o intervalo interquartil. Foi calculada a diferença pré-pós crioterapia, em percentagem, através da fórmula: $[(\text{valor final} - \text{valor inicial}) / \text{valor inicial}] * 100$. A comparação entre as duas sessões, no momento de avaliação inicial, final e nas diferenças pré-pós, foi feita com recurso ao teste t de Student para amostras emparelhadas. A comparação intra-sessão das variáveis entre o momento inicial e após a intervenção foi realizada pelo teste t de Student para amostras emparelhadas. Uma vez que as variáveis do COP não apresentaram uma distribuição normal, as comparações entre sessões e intra-sessão foram efetuadas através do teste, não paramétrico, de Wilcoxon. O nível de significância foi considerado em $p \leq 0,05$.

5. Resultados

A amostra do estudo foi constituída por 17 estudantes universitários saudáveis, praticantes de desporto; as modalidades desportivas estão descritas na tabela 1. Dos 17 participantes, 2 não compareceram para realizar a segunda modalidade de crioterapia, que para ambos foi o *spray*, sendo desta forma a amostra final constituída por 15 sujeitos.

Tabela 1: Caracterização da amostra (N=15, mean \pm SD) e número de atletas avaliados por modalidade desportiva

Idade (anos)	22.33 \pm 3.85
Peso (kg)	62.62 \pm 9.44
Altura (cm)	1.67 \pm 0.09
IMC (kg/m ²)	22.28 \pm 2.30
Modalidade desportiva	
Corfebol	1
Futebol	3
Futsal	1
Ginásio	6
Natação	1
Voleibol	3

A amostra foi constituída maioritariamente por indivíduos do sexo feminino (n=8), conforme figura 7. A caracterização da amostra está descrita na tabela 1. Quanto ao membro dominante 100% dos sujeitos reportaram ser o membro inferior direito. Em média, os sujeitos apresentaram IMC dentro dos valores de normalidade.

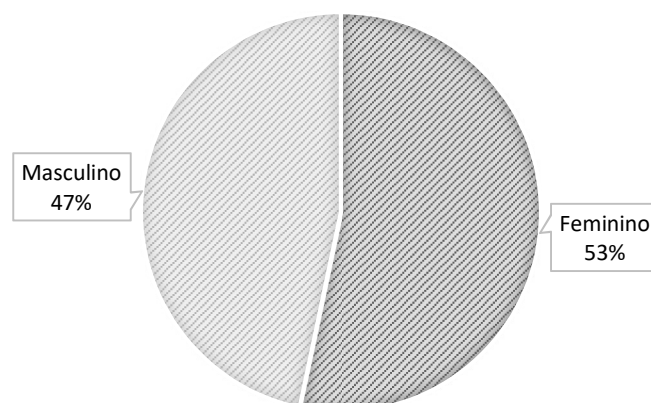


Figura 7: distribuição da amostra em relação ao gênero

Nas tabelas abaixo apresentadas (tabelas 2, 3 e 4), estão descritos os valores referentes à TC, YBT, SPA e estabilidade postural pré-pós aplicação da crioterapia. Os valores obtidos na avaliação pré crioterapia não demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre as sessões em nenhuma das variáveis.

Tabela 2: Comparação das Variáveis (Mean \pm SD)

Variável	Grupo	Pré	Pós	%Dif pré-pós	Valor de P (comparação pré-pós)
TC (°C)	Pack	35,12 \pm 1,94	19,39 \pm 1,71	-45,06 \pm 4,55	<0,001
	Spray	35,13 \pm 2,54	24,68 \pm 3,19	-29,69 \pm 8,43	<0,001
	Valor de P (comparação entre sessões)	0,966	<0,001	<0,001	
YBT (score composto)	Pack	76,13 \pm 9,22	76,30 \pm 9,38	0,75 \pm 5,06	0,854
	Spray	76,72 \pm 8,93	77,72 \pm 9,23	1,31 \pm 3,16	0,124
	Valor de P (comparação entre sessões)	0,663	0,315	0,737	

Legenda: TC, temperatura cutânea; YBT, Y balance test

Ambas as modalidades de crioterapia diminuam significativamente a TC ($p < 0,001$). O *pack* de gelo diminuiu em média $45,06 \pm 1,17\%$ e o *spray* $29,68 \pm 2,17\%$, sendo a diminuição significativamente superior após o *pack* de gelo ($p < 0,001$) (tabela 2).

A performance no YBT não sofreu alteração significativa pré-pós aplicação nas duas modalidades de crioterapia (tabela 2). Quando comparada a diferença percentual entre o grupo *pack* de gelo *versus* *spray* também não houve diferenças significativas.

A SPA demonstrou não variar em nenhum dos indicadores e em nenhuma das modalidades de crioterapia pré-pós aplicação, não apresentando diferenças estatisticamente significativas (tabela 3). O erro angular relativo mostrou viés direcional em flexão, subestimando a posição do teste, sendo maior na modalidade *pack* de gelo.

Tabela 3: Comparação das Variáveis (Mean \pm SD)

Variável	Grupo		Pré	Pós	Dif pré-pós	Valor de P (comparação pré-pós)
SPA (°)	AAE	PACK	2,87 ± 1,65	2,97 ± 1,96	-0,09 ± 2,53	0,880
		Spray	2,91 ± 1,80	2,72 ± 1,05	0,19 ± 2,17	0,743
		Valor de P (comparação entre sessões)	0,757	0,618	0,976	
	RAE	PACK	-0,45 ± 3,23	-1,41 ± 3,24	0,95 ± 4,28	0,373
		Spray	0,18 ± 3,44	-0,01 ± 2,67	0,19 ± 2,95	0,803
		Valor de P (comparação entre sessões)	0,634	0,110	0,473	
	VAR	PACK	1,51 ± 1,27	1,63 ± 0,78	-0,12 ± 1,32	0,706
		Spray	1,48 ± 0,75	1,99 ± 0,98	-0,51 ± 0,91	0,048
		Valor de P (comparação entre sessões)	0,680	0,299	0,435	

Legenda: RAE, erro angular relativo; AAE, erro angular absoluto; VAR, erro angular de variação; SPA, sensação de posição articular;

Em relação à estabilidade postural, os valores de COP iniciais não apresentaram diferenças significativas entre as sessões das duas modalidades de crioterapia (tabela 4). A aplicação de *spray* não produziu diferenças significativas pré-pós aplicação; enquanto que após a aplicação do *pack* de gelo observou-se uma diminuição significativa no comprimento do COP e menor velocidade de oscilação do COP; contudo, a diferença percentual pré-pós intervenção entre as modalidades de crioterapia não apresentou diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 4: Comparação das Variáveis (Mean \pm SD)

Variável	Grupo		Pré	Pós	Dif pré-pós	Valor de P (comparação pré-pós)
Estabilidade Postural	COPx (cm)	PACK	4,20 \pm 0,02 4,01 (3,54 – 4,87)	4,60 \pm 1,29 4,22 (3,79 – 4,95)	-0,39 \pm 1,04	0,138
		Spray	4,19 \pm 0,87 4,01 (3,54 – 4,87)	4,41 \pm 1,03 4,17 (3,82 – 4,61)	-0,22 \pm 1,38	0,548
		Valor de P (comparação entre sessões)	0,820	0,691	0,609	
	COPy (cm)	PACK	3,36 \pm 0,74 3,33 (2,92 – 3,55)	3,33 \pm 0,69 3,09 (2,90 – 3,67)	0,03 \pm 0,40	0,794
		Spray	3,35 \pm 0,39 3,41 (3,04 – 3,60)	33,7 \pm 0,60 3,17 (2,92 – 3,74)	-0,02 \pm 0,58	0,869
		Valor de P (comparação entre sessões)	0,733	0,776	0,865	
	Comp COP (cm)	PACK	132,89 \pm 38,98 121,45 (101,68 – 156,31)	123,86 \pm 36,43 114,13 (92,57 – 143,71)	9,03 \pm 15,01	0,025
		Spray	125,45 \pm 32,78 122,25 (98,38 – 133,94)	119,92 \pm 29,74 112,61 (96,00 – 136,39)	5,53 \pm 11,24	0,077
		Valor de P (comparação entre sessões)	0,460	1,000	0,691	
	Veloc COP (cm/s)	PACK	4,43 \pm 1,30 4,05 (3,39 – 5,21)	4,13 \pm 1,21 3,80 (3,09 – 4,79)	0,30 \pm 0,50	0,025
		Spray	4,18 \pm 1,09 4,07 (3,28 – 4,47)	4,00 \pm 0,99 3,75 (3,20 – 4,54)	0,18 \pm 0,37	0,076
		Valor de P (comparação entre sessões)	0,496	0,955	0,733	
	Área COP	PACK	4,14 \pm 12,67 9,00 (7,00 – 11,00)	5,33 \pm 15,78 9,00 (8,00 – 14,00)	1,19 \pm 10,36	0,642
		Spray	9,00 \pm 3,00 8,00 (7,00 – 11,00)	9,00 \pm 3,00 9,00 (7,00 – 10,00)	-2,00 \pm 3,40	0,855
		Valor de P (comparação entre sessões)	0,691	0,173	0,156	

Legenda: COP, área total do centro de pressão; COPx, deslocamento anterior; COPy, deslocamento médio-lateral; Comp, comprimento; Veloc, velocidade

6. Discussão

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito de duas modalidades de crioterapia na propriocepção, equilíbrio e estabilidade postural em jovens desportistas.

Os principais resultados indicaram não haver diferenças significativas em nenhuma das variáveis estudadas. Ambas as modalidades de crioterapia diminuíram a TC, sendo que a diminuição foi significativamente maior após a aplicação do *pack* de gelo. Este resultado era expectável uma vez que o tempo de aplicação e contato com a superfície da pele é superior no *pack* de gelo. O único estudo encontrado que avaliou os efeitos da aplicação do *spray* na propriocepção e equilíbrio (Surenkok *et al.*, 2008), não avaliou a TC, o que dificulta nossa comparação em relação a essa variável nessa modalidade de crioterapia.

Os resultados do presente estudo são contrastantes com os reportados por Surenkok *et al* (2008); os autores reportaram que ambas as modalidades avaliadas (*pack* de gel durante 30 min X *spray*) alteraram negativamente a propriocepção e o equilíbrio imediatamente após a aplicação do gelo, contudo 5 minutos depois, os valores referentes ao equilíbrio já tinham retornado para próximo dos valores iniciais (*spray*: $p=0,294$; bolsa de gel: $p=0,312$). Porém é difícil fazer uma análise mais detalhada pois o presente estudo reporta a SPA através dos RAE, AAE e VAR enquanto Surenkok *et al* (2008) utilizaram os valores angulares obtidos durante a avaliação, não calculando os erros.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com a maioria dos estudos anteriores que avaliaram o efeito da crioterapia na propriocepção, e que reportaram que a aplicação de frio não influencia a SPA (Costello e Donnelly, 2011; Dover e Powers, 2004; Furmanek *et al.*, 2018; Houten e Cooper, 2017; Khanmohammadi, Someh e Ghafarinejad, 2011; LaRiviere e Osternig, 1994; Thieme *et al.*, 1996; Wassinger *et al.*, 2007). No entanto, dois estudos anteriores (Oliveira, Ribeiro e Oliveira, 2010; Ribeiro *et al.*, 2013) que aplicaram *pack* de gelo no músculo quadríceps concluíram que a aplicação dessa modalidade de crioterapia durante 20 minutos influencia negativamente a SPA. Tremblay *et al* (2001) também utilizaram um *pack* de gelo triturado durante 20 minutos no músculo quadríceps, mas avaliaram a propriocepção através da sensação de força/resistência, e

concluíram que esse tipo de aplicação não altera a habilidade de perceber diferenças de peso.

Os nossos resultados são similares aos de dois dos três estudos encontrados na literatura que avaliaram equilíbrio ou controle postural após aplicação de alguma modalidade de crioterapia e que reportaram que a aplicação da crioterapia não influencia a execução na performance do teste (Houten e Cooper, 2017; Kim *et al.*, 2015). No estudo de Surenkok *et al* (2008), os autores observaram que a diferença no equilíbrio estático após aplicação da crioterapia em forma de *spray* não é significativa ($p=0,115$), tendo sugerido que a aplicação de gelo em *spray* é muito superficial e de rápida evaporação.

Embora poucos estudos investiguem os efeitos da crioterapia no equilíbrio dinâmico, os resultados do presente estudo são similares a alguns dos estudos anteriores. Um estudo examinou a estabilização durante uma tarefa de salto, como índice de equilíbrio dinâmico, após utilizar imersão em água fria no tornozelo durante 20 minutos, não tendo encontrado diferenças pré-pós aplicação em mulheres saudáveis (Miniello *et al.*, 2005). Outro estudo não encontrou diferenças no equilíbrio dinâmico (*Star Excursion Balance Test*) de jovens saudáveis após aplicação de *pack* de gelo durante 20 minutos no tornozelo (Williams *et al.*, 2013).

Os estudos encontrados na literatura avaliando a aplicação de crioterapia na SPA ou equilíbrio e controle postural reportam uma diminuição da temperatura que varia de 6 a 22°C. No presente estudo, a temperatura cutânea no quadríceps diminuir cerca de 15°C após a modalidade *pack* de gelo; estudos anteriores de Leite e Ribeiro (2010) que aplicaram um *pack* de gelo no quadríceps durante 20 minutos e de Furmanek *et al* (2018) que utilizaram *pack* de gel no quadríceps, observaram diminuição de aproximadamente 22°C e 17°C, respectivamente. Um valor também próximo foi reportado por Kim *et al* (2015) após aplicação de *pack* de gelo no tornozelo, diminuição de aproximadamente 18°C. O estudo de Torres *et al* (2016), reportou uma diminuição de cerca de 12°C após aplicação do *pack* de gelo no ombro. A menor diminuição (cerca de 6°C) foi observada por Houter e Cooper (2017), após crio-cuff no tornozelo; na mesma região anatômica, Khanmohammadi, Someh e Ghafarinejad (2011) reportaram uma redução de cerca de 17°C após imersão em água fria.

Uma potencial explicação para os resultados do presente estudo é a incapacidade das modalidades em estudo reduzir de forma significativa a temperatura dos tecidos mais profundos, nos quais se localizam os recetores mais importantes para a construção da SPA. E de fato estudos anteriores mostraram que o grau de arrefecimento alcançado em tecidos profundos é bastante variável, dependendo do método utilizado e da espessura das pregas cutâneas (Jutte *et al.*, 2001; McMaster, Liddle e Waugh, 1978; Otte *et al.*, 2002). Por exemplo, gelo picado demonstrou ser mais eficiente a diminuir a temperatura dos tecidos profundos, seguido do *pack* de gel, *pack* de gelo instantâneo por reação química endotérmica e manga de gelo insuflável (McMaster, Liddle e Waugh, 1978).

A espessura das pregas cutâneas é um importante fator que pode influenciar o grau de arrefecimento de tecidos profundos, pois quanto maior a prega cutânea maior é o tempo necessário de aplicação da crioterapia para alcançar esses tecidos. Por exemplo, pregas cutâneas de 0-10mm de espessura necessitam de 12 minutos de aplicação de gelo, 11-20mm de 30 minutos, 21-30mm de 40 minutos e dobras cutâneas de 31-40mm necessitam de 60 minutos de aplicação da crioterapia na forma de *pack* de gelo picado (Otte *et al.*, 2002).

Diferentes modalidades de crioterapia podem causar diferentes resultados na propriocepção. Esses diferentes resultados podem estar relacionados com o local e tempo de aplicação da crioterapia, a espessura da prega cutânea, o tipo de crioterapia escolhido, além da própria temperatura corporal do sujeito (Khanmohammadi, Someh e Ghafarinejad, 2011; Surenkok *et al.*, 2008).

O presente estudo apresenta algumas limitações. Como a aplicação da crioterapia é indicada para traumas, lesões agudas ou processos inflamatórios os resultados do presente estudo podem não ser aplicáveis a populações com lesão. Outra limitação é a diversidade de desportos praticados pelos participantes; os resultados deste estudo não devem ser extrapolados para todas as modalidades ou diferentes níveis de exigência desportiva. Estudos futuros podem avaliar a temperatura do tecido alvo e as variáveis dependentes em diferentes momentos após a aplicação, para perceber quanto tempo a temperatura cutânea retorna aos valores iniciais e perceber se existe algum efeito tardio da aplicação da crioterapia na propriocepção, estabilidade postural e equilíbrio.

7. Conclusão

Os resultados deste estudo permitem-nos concluir que em estudantes universitários saudáveis que praticam desporto, a aplicação da crioterapia em forma de *spray* ou *pack* de gelo durante 20 minutos no músculo quadríceps não altera a SPA, estabilidade postural e equilíbrio. As duas modalidades de crioterapia foram eficientes na diminuição da temperatura cutânea. Estes resultados parecem apontar que o retorno ao jogo/treino/competição após a aplicação de crioterapia em *spray* não implica um aumento acrescido no risco de lesão por diminuição proprioceptiva, da estabilidade ou equilíbrio.

8. Referências Bibliográficas

- AKUTHOTA, Venu; NADLER, Scott F. - Core Strengthening. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. 85:1 (2004) 86–92.
- ALEXANDER, Jill *et al.* - An exploratory study into the effects of a 20 minute crushed ice application on knee joint position sense during a small knee bend. **Physical Therapy in Sport**. 18 (2016) 21–26.
- ALEXANDER, Jill *et al.* - Delayed effects of a 20-minute crushed ice application on knee joint position sense assessed by a functional task during a re-warming period. **Gait & Posture**. 62 (2018) 173–178.
- BELL, David R. *et al.* - Systematic review of the balance error scoring system. **Sports Health**. 3:3 (2011) 287–295.
- BLEAKLEY, Chris M.; COSTELLO, Joseph T.; GLASGOW, Philip D. - Should Athletes Return to Sport After Applying Ice? **Sports Medicine**. 42:1 (2012) 69–87.
- BLEAKLEY, Chris; MCDONOUGH, Suzanne; MACAULEY, Domhnall - The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: a systematic review of randomized controlled trials. **The American Journal of Sports Medicine**. 32:1 (2004) 251–261.
- BUJAG, Ronald - The cooling, analgesic, and rewarming effects of ice massage on localized skin. **Physical Therapy**. 55:1 (1975) 11–18.
- CARPENTER, James E.; BLASIER, Ralph B.; PELLIZZON, Gregory G. - The Effects of Muscle Fatigue on Shoulder Joint Position Sense. **The American Journal of Sports Medicine**. 26:2 (1998) 262–265.
- COSTELLO, Joseph T.; DONNELLY, Alan E. - Cryotherapy and joint position sense in healthy participants: a systematic review. **Journal of Athletic Training**. 45:3 (2010) 306–316.
- COSTELLO, Joseph T.; DONNELLY, Alan E. - Effects of cold water immersion on knee joint position sense in healthy volunteers. **Journal of Sports Sciences**. 29:5 (2011) 449–456.
- DOVER, Geoffrey; POWERS, Michael E. - Cryotherapy does not impair shoulder joint position sense. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. 85:8 (2004) 1241–1246.
- FERREIRA, Elizabeth A. G. *et al.* - Postural assessment software (PAS/SAPO): validation and reliability. **Clinics**. 65:7 (2010) 675–681.
- FISCHER, Jennifer *et al.* - Functional performance following an ice bag application to the hamstrings. **Journal of strength and conditioning research**. 23:1 (2009) 44–50.
- FURMANEK, Mariusz P. *et al.* - The Effects of Cryotherapy on Knee Joint Position Sense and Force Production Sense in Healthy Individuals by. **Journal of Human Kinetics**. 61:March (2018) 39–51.
- FURMANEK, Mariusz P.; SŁOMKA, Kajetan; JURAS, Grzegorz - The effects of cryotherapy on proprioception system. **BioMed Research International**. 2014 (2014) 1–14.
- HAN, Jia *et al.* - The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. **BioMed Research International**. 2015 (2015) 1–8.
- HART, Joseph M.; LEONARD, Jamie L.; INGERSOLL, Christopher D. - Single-

Leg Landing Strategy After Knee-Joint Cryotherapy. **Journal of Sport Rehabilitation**. 14:2005) 313–320.

HAY, Laurette *et al.* - Availability of visual and proprioceptive afferent messages and postural control in elderly adults. **Experimental Brain Research**. 108:1 (1996) 129–139.

HILDEBRANDT, Carolin *et al.* - Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part I: development of a new test battery. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**. 23:5 (2015) 1273–1281.

HOPPER, Diana; WHITTINGTON, Dean; CHARTIER, Jennifer Davies - Does ice immersion influence ankle joint position sense? **Physiotherapy Research International**. 2:4 (1997) 223–236.

HOSSEINIMEHR, Seyed Hossein; NORASTEH, Ali Asghar - The role of leg and trunk muscles proprioception on static and dynamic postural control. **Journal of Physical Education and Sport**. 26:1 (2010) 83–87.

HOUTEN, Daniel; COOPER, Darren - How does cryotherapy effect ankle proprioception in healthy individuals? **Somatosensory and Motor Research**. 34:3 (2017) 158–171.

HUBSCHER, Markus *et al.* - Neuromuscular Training for Sports Injury Prevention: A Systematic Review. **Journal of the American College of Sports Medicine**. 42 (2010) 413–421.

JUTTE, Lisa S. *et al.* - The relationship between intramuscular temperature, skin temperature, and adipose thickness during cryotherapy and rewarming. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. 82:6 (2001) 845–850.

KANLAYANAPHOTPORN, Rotsalai; JANWANTANAKUL, Prawit - Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. 86:7 (2005) 1411–1415.

KENNET, Jane *et al.* - Cooling efficiency of 4 common cryotherapeutic agents. **Journal of Athletic Training**. 42:3 (2007) 343–348.

KHANMOHAMMADI, Roya; SOMEH, Marjan; GHAFARINEJAD, Farahnaze - The effect of cryotherapy on the normal ankle joint position sense. **Asian Journal of Sports Medicine**. 2:2 (2011) 91–98.

KIM, Kyung Min *et al.* - Effects of focal ankle joint cooling on unipedal static balance in individuals with and without chronic ankle instability. **Gait and Posture**. 41:1 (2015) 282–287.

KIM, Kyung Min *et al.* - Effects of focal ankle joint cooling on unipedal static balance in individuals with and without chronic ankle instability. **Gait and Posture**. 41:1 (2015) 282–287.

KNIGHT, Kenneth L. - **Crioterapia no tratamento das lesões esportivas**. São Paulo : Manole, 2000.

LARIVIERE, Jane; OSTERNIG, Louis R. - The Effect of Imersion on Joint Position Sense. **Journal of Sports Rehabilitation**. 3 (1994) 58–67.

LEITE, Mário; RIBEIRO, Fernando - Liquid Ice™ fails to cool the skin surface as effectively as crushed ice in a wet towel. **Physiotherapy Theory and Practice**. 26:6 (2010) 393–398.

LIN, Dingding *et al.* - Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. **Gait and Posture**. 28:2 (2008) 337–342.

MCKEON, Patrick O; IIEKTEL, Jay - Diminished plantar cutaneous sensation

and postural control. **Perceptual and Motor Skills**. 104 (2007) 56–66.

MCLEOD, Tamara C. V *et al.* - Balance improvements in female high school basketball players after a 6-week neuromuscular-training program. **Journal of sport rehabilitation**. 18:4 (2009) 465–81.

MCMASTER, William C.; LIDDLE, Sharon; WAUGH, Theodore R. - Laboratory evaluation of various cold therapy modalities. **The American Journal of Sports Medicine**. 6:5 (1978) 291–94.

MERRICK, Mark A.; JUTTE, Lisa S.; SMITH, Michael E. - Cold modalities with different thermodynamic properties produce different surface and intramuscular temperatures. **Journal of Athletic Training**. 38:1 (2003) 28–33.

MINIELLO, Susan *et al.* - Lower Leg Cold Immersion in Healthy Women. **J Sport Rehabil**. 14 (2005) 234–247.

OLIVEIRA, R.; RIBEIRO, Fernando; OLIVEIRA, José - Cryotherapy Impairs Knee Joint Position Sense. **International Journal of Sports Medicine**. 31:03 (2010) 198–201.

OLSSON, L. *et al.* - Test-retest reliability of a knee joint position sense measurement method in sitting and prone position. **Advances in Physiotherapy**. 6:1 (2004) 37–47.

OTTE, Jeffrey W. *et al.* - Subcutaneous adipose tissue thickness alters cooling time during cryotherapy. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. 83:11 (2002) 1501–1505.

PLISKY, Phillip J. *et al.* - The reliability of an instrumented device for measuring components of the Star Excursion Balance Test. **North American Journal of Sports Physical Therapy**. 4:2 (2009) 92–99.

PROSKE, Uwe; WISE, A. K.; GREGORY, J. E. - The role of muscle receptors in the detection of movements. **Progress in Neurobiology**. 60:1 (2000) 85–96.

PROSKE, Uwe; GANDEVIA, Simon C. - The kinaesthetic senses. **Journal of Physiology**. 587:17 (2009) 4139–4146.

RIBEIRO, Fernando *et al.* - Is the deleterious effect of cryotherapy on proprioception mitigated by exercise? **International Journal of Sports Medicine**. 34:5 (2013) 444–448.

RIBEIRO, Fernando *et al.* - Effects of volleyball match-induced fatigue on knee joint position sense. **European Journal of Sport Science**. 8:6 (2008) 397–402.

RIBEIRO, Fernando; OLIVEIRA, José - Aging effects on joint proprioception: The role of physical activity in proprioception preservation. **European Review of Aging and Physical Activity**. 4:2 (2007) 71–76.

RIBEIRO, Fernando; OLIVEIRA, José - Factors Influencing Proprioception: What do They Reveal? **Biomechanics in Applications, Dr Vaclav Klika (Ed.), InTech**,. 2011) 323–346.

RIEMANN, Bryan L.; LEPHART, Scott M. - The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. **Journal of Athletic Training**. 37:1 (2002) 71–79.

ROBINSON, Richard H.; GRIBBLE, Phillip A. - Support for a Reduction in the Number of Trials Needed for the Star Excursion Balance Test. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. 89:2 (2008) 364–370.

ROGERS, Douglas K.; BENDRUPS, Andrew P.; LEWIS, Murray M. - Disturbed proprioception following a period of muscle vibration in humans. **Neuroscience Letters**. 57:2 (1985) 147–152.

- RUBLEY, Mack D. *et al.* - Cryotherapy, Sensation, and Isometric-Force Variability. **Journal of Athletic Training**. 38:2 (2003) 113–119.
- RUHE, Alexander; FEJER, René; WALKER, Bruce - The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions - A systematic review of the literature. **Gait and Posture**. 32:4 (2010) 436–445.
- SHAFFER, Scott W.; HARRISON, Anne L. - Aging of the Somatosensory System: A Translational Perspective. **Physical Therapy**. 87:2 (2007) 193–207.
- SHARMA, Geeta; NOOHU, Majumi M. - Effect of ice massage on lower extremity functional performance and weight discrimination ability in collegiate footballers. **Asian Journal of Sports Medicine**. 5:3 (2014).
- SHIELDS, Richard K. *et al.* - Proprioceptive coordination of movement sequences in humans. **Clinical Neurophysiology**. 116:1 (2005) 87–92.
- STIFFLER, Mikel R. *et al.* - Star excursion balance test anterior asymmetry is associated with injury status in division I collegiate athletes. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. 47:5 (2017) 339–346.
- SURENKOK, Ozgur *et al.* - Cryotherapy impairs knee joint position sense and balance. **Isokinetics and Exercise Science**. 16 (2008) 69–73.
- THACKER, S. B. *et al.* - Prevention of knee injuries in sports: a systematic review of the literature. **The Journal of sports medicine and physical fitness**. 43:2 (2003) 165–79.
- THIEME, Heather A. *et al.* - Cooling does not affect knee proprioception. **Journal of Athletic Training**. 31:1 (1996) 8–11.
- TORRES, Rui *et al.* - The Acute Effect of Cryotherapy on Muscle Strength and Shoulder Proprioception. **Journal of Sport Rehabilitation**. 26:6 (2016) 497–506.
- TORRES, Rui *et al.* - Impact of Patellar Tendinopathy on Knee Proprioception: A cross-sectional study. **Clinical Journal of Sport Medicine**. 27:1 (2016) 31–36.
- TREMBLAY, François *et al.* - Influence of Local Cooling on Proprioceptive Acuity in the Quadriceps Muscle. **Journal of Athletic Training**. 36:2 (2001) 119–123.
- UCHIO, Yuji *et al.* - Cryotherapy influences joint laxity and position sense of the healthy knee joint. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. 84:1 (2003) 131–135.
- VOIGHT, Michael L. *et al.* - The Effects of Muscle Fatigue on and the Relationship of Arm Dominance to Shoulder Proprioception. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. 23:6 (1996) 348–352.
- WASSINGER, Craig A. *et al.* - Proprioception and throwing accuracy in the dominant shoulder after cryotherapy. **Journal of Athletic Training**. 42:1 (2007) 84–89.
- WHITE, Gillian E.; WELLS, Greg D. - Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from high-intensity exercise. **Extreme Physiology & Medicine**. 2:26 (2013).
- WILLIAMS, Emily E. *et al.* - Comparative Immediate Functional Outcomes Among Cryotherapeutic Interventions At the Ankle. **The International journal of sports physical therapy**. 8:6 (2013) 828–837.
- WINTER, David A.; PATLA, Aftab E.; FRANK, James S. - Assessment of balance control in humans. **Medical progress through technology**. 16:1–2 (1990) 31–51.

9. Anexo 1



essua universidade de aveiro
escola superior de saúde

Questionário

Nome: _____

Gênero: () F () M Idade: _____

Estado civil: () Solteiro () Casado () Outros: _____

Altura: _____ Peso: _____ IMC: _____

Comprimento MI: _____ Comprimento pé: _____

Perna dominante: () Direita () Esquerda

Modalidade esportiva: _____

Frequência de treino (horas/semana): _____

Frequência de jogos competitivos (dias/semana): _____

1. Já sofreu alguma lesão nos membros inferiores?
() Não () Sim, _____
2. Já sofreu alguma lesão na coluna?
() Não () Sim, _____
3. No momento, apresenta lesão nos membros inferiores ou coluna?
() Não () Sim, _____
4. Já fez alguma cirurgia nos membros inferiores ou coluna?
() Não () Sim, _____
5. Possui alguma doença/desordem neurológica e/ou músculo-esquelética? (diabetes, hipo/hipertensão arterial, etc.)
() Não () Sim, _____
6. Possui ferimentos ou doenças que impeçam a aplicação de crioterapia? (Síndrome de Raynaud, alergia ao frio, lesão na pele no local da aplicação)
() Não () Sim, _____
7. Possui insensibilidade ao frio?
() Não () Sim